

## **О ПОВЫШЕНИИ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ**

Повреждения трубной системы теплообменных аппаратов снижают эксплуатационную надежность оборудования в энергетике. Предотвращение таких повреждений проводится с помощью неразрушающего ультразвукового контроля, который однако не выявляет коррозионные язвы и образование коррозионно-усталостных трещин. Во избежание массового повреждения спиралей необходимо при очередном техническом обследовании производить замер овальности, на змеевике с максимальной овальностью вырезать гиб и оценить состояние нейтральной области. При установке новых гибов, овальность должна быть не выше 10%, что регламентировано действующими руководящими материалами.

*Ключевые слова:* Теплообменные аппараты в энергетике, трубная система, повреждения змеевиков, коррозионная усталость, овальность.

Damages in the pipe system heat exchangers reduce the operational reliability of the equipment in the energy sector. To prevent the damages it is carried out using non-destructive ultrasonic testing, which, however, does not reveal corrosion pits and the formation of corrosion-fatigue cracks. To avoid damages in the mass of spirals it must be done the measurements of the ovals, and after it can be assessed the state of the neutral zone. During installing new bends, the roundness should be not higher than 10%, which is regulated by the existing guidance.

*Keywords:* Heat exchangers in energetics, pipe system, damage in the worm-pipes, corrosion fatigue, roundness.

Повреждения трубных систем различных теплообменных аппаратов в энергетике являются фактором снижения надежности работы энергооборудования и приводят к травмам обслуживающего персонала. Для предотвращения таких повреждений был введен контроль толщины стенок выходных участков спиралей трубных систем подогревателей высокого давления (ПВД) методом ультразвуковой толщинометрии из-за большого количества повреждений на различных электростанциях. Также установлен срок контроля трубных систем других теплообменников: каждый капитальный ремонт, но не ранее чем через 6 лет, который в основном соблюдается в настоящее время.

При осуществлении первого контроля браковалось значительное количество спиралей. Таганрогским котельным заводом, было разработано два варианта ремонта, один на месте, при котором менялось первое колено от коллектора, другой – с заменой спиралей. Большинство электростанций и по сей день ремонт осуществляют по первому варианту.

На данный период времени в среднем ПВД высокого давления отработали порядка 250 000 ч, на данных ПВД производился неоднократно контроль и соответственно замены забракованных змеевиков. Внешним осмотром спиралей можно выявить замененные гибы, однако установить срок их эксплуатации не представляется возможным. В настоящее время на ряде ПВД наблюдается повреждение спиралей по нейтральной областигиба (рис. 1), так на ПВ-425-230-23 после 175 000 ч повредился змеевик у раздающего коллектора.

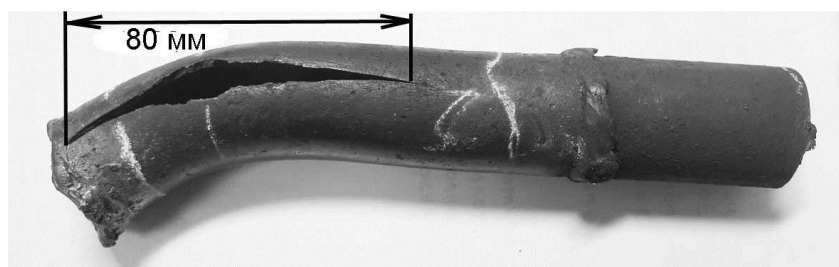


Рис. 1. Повреждение змеевика ПВД типа ПВ-425-230-23 после 175 000 ч у раздающего коллектора

Разрушение произошло по нейтральной областигиба. Исследованием установлено, что на нейтральной областигиба наблюдается множественное количество коррозионно-усталостных трещин (рис. 2).

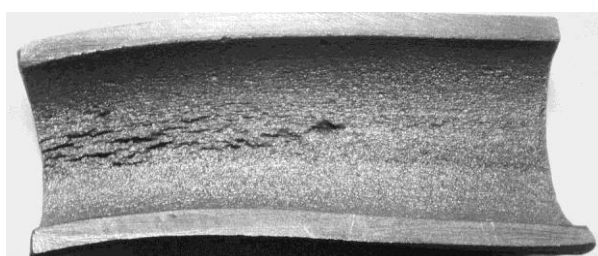


Рис. 2. Внутренняя поверхность поврежденного змеевика

Из поперечного сечения поврежденногогиба видно, что гиб имеет высокую овальность (рис. 3).

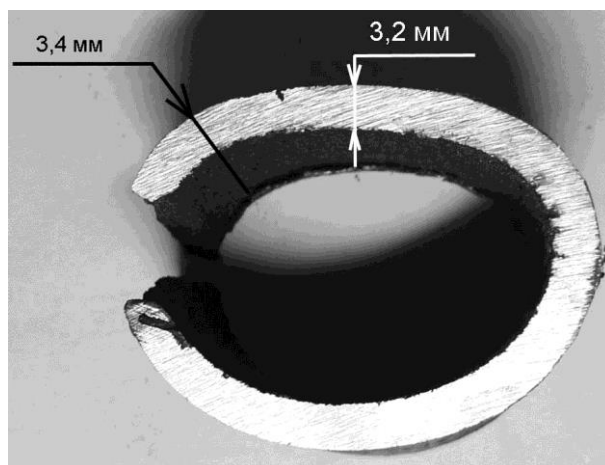


Рис. 3. Сечение поврежденного змеевика

Для оценки состояния гибов было вырезано с данного ПВД два гiba. На вырезанных гibaх замерялась овальность, и производился осмотр нейтральной области. Овальность одного гiba составила 16 %, другого – 21 %. На гibe с овальностью 21 % были выявлены цепочки коррозионных язвин с зарождающимися трещинами, на втором – цепочки коррозионных язвин.

По внешнему виду следует, что замена производилась участком змеевика, т. к. имеют место сварные соединения. Теоретически известно, что при большой овальности напряжения на внутренней поверхности в нейтральной области порядка в два раза выше, чем в растянутой области, поэтому коррозионные процессы идут более интенсивно.

Из анализа видно, что образование повреждений идет аналогично повреждаемости необогреваемых гибов. На первом этапе возникают коррозионные язвины, затем цепочки коррозионных язвин и образование коррозионно-усталостных трещин, которые сливаются, и образуется трещина с разрушением гiba.

Во избежание массового повреждения спиралей следует при очередном техническом обследовании ПВД производить замер овальности специально изготовленной скобой с овальностью 15 %, что соответствует при наружном диаметре трубы 32–33 мм. На змеевике с максимальной овальностью вырезать гиб, и оценить состояние нейтральной области. По результатам осмотра нейтральной области гiba, принимая во внимание степень развития коррозионных язвин, наметить сроки замены гибов.

При установке новых гибов, овальность должна быть не выше 10 %, что регламентировано действующими руководящими материалами.